

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-5526

(43)公開日 平成9年(1997)1月10日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F 1	技術表示箇所
G 0 2 B	5/32		G 0 2 B	5/32
G 0 3 H	1/02		G 0 3 H	1/02
	1/28			1/28

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平7-147899

(22)出願日 平成7年(1995)6月14日

(71)出願人 000000044

旭硝子株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72)発明者 中沢 伯人

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

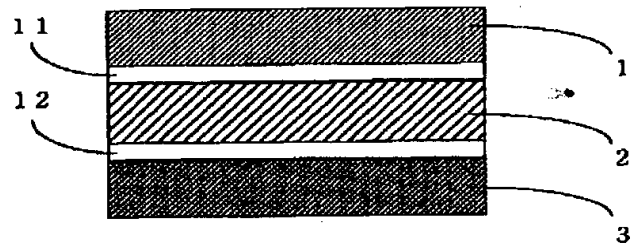
(74)代理人 弁理士 泉名 謙治

(54)【発明の名称】 重畳型ホログラム

(57)【要約】

【目的】種々の機能を与えるために複数のホログラムを重ねても、隣り合うホログラムどうしの影響によるホログラムに形成される回折格子の膨潤を防ぐ。

【構成】ホログラム1とホログラム2との間に保護層11を介在し、ホログラム2とホログラム3との間に保護層12を介在してなる重畳型ホログラム。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のホログラムが、各々のホログラムの間にホログラムの成分物質の拡散を防止する保護層を介して重畳されてなる重畳型ホログラム。

【請求項2】複数のホログラムのうち少なくとも最外層のホログラムは、その外側面が透明基板に保持されていることを特徴とする請求項1の重畳型ホログラム。

【請求項3】保護層の熱膨張係数は、保護層の両面側にあるホログラムの各熱膨張係数の値の間の値であることを特徴とする請求項1または2の重畳型ホログラム。

【請求項4】保護層はフィルム状であり、かつ、該フィルム状保護層自身とホログラム自身とが接着性もしくは粘着性を有するかまたはフィルム状保護層とホログラムとの間に接着剤が介在されていることを特徴とする請求項1～3のいずれかの重畳型ホログラム。

【請求項5】ホログラムは少なくとも一方の面に前記保護層が被膜されており、かつ相対するホログラムと保護層もしくは相対する保護層どうしとが接着性もしくは粘着性を有するかまたは相対するホログラムと保護層との間もしくは相対する保護層間に接着剤が介在されていることを特徴とする請求項1～3のいずれかの重畳型ホログラム。

【請求項6】複数のホログラムのうち一組は、発光表示光源からの表示すべき情報を含んだ光を観察者に向けて回折するホログラフィック表示装置のコンバイナとしての機能を有することを特徴とする請求項1または2の重畳型ホログラム。

【請求項7】複数のホログラムのうち第1の組は、発光表示光源からの表示すべき情報を含んだ光を観察者に向けて回折するホログラフィック表示装置のコンバイナとしての機能を有し、また第2の組は第1のホログラムの組に対し発光表示光源の反対側に重畳されており、かつ発光表示光源の反対側から入射する外部不要光が第1のホログラムの組に回折され、不要な回折像として観察者に観察されるのを防ぐように、外部不要光を回折することを特徴とする請求項6の重畳型ホログラム。

【請求項8】複数のホログラムのうち第1の組は、発光表示光源からの表示すべき情報を含んだ光を観察者に向けて回折するホログラフィック表示装置のコンバイナとしての機能を有し、また第2の組は第1のホログラムの組に対し発光表示光源と同じ側に重畳されており、かつ発光表示光源側から入射する情報を含む光以外の不要光が第1のホログラムの組に回折され、不要な回折像として観察者に観察されるのを防ぐように、発光表示光源側から入射する不要光を回折することを特徴とする請求項6の重畳型ホログラム。

【請求項9】第2のホログラムの組は、第1のホログラムの組に対し情報を含む光が入射する角度とほぼ等しい角度で入射した不要光を回折することを特徴とする請求項7または8の重畳型ホログラム。

2

【請求項10】第2のホログラムの組は、第1のホログラムの組により回折される情報を含む光の波長と、ほぼ等しい波長の不要光を回折することを特徴とする請求項7～9のいずれかの重畳型ホログラム。

【請求項11】第2のホログラムの組は、入射した不要光を重畳型ホログラムまたは重畳型ホログラムを保持する基板内で全反射するような角度で回折することを特徴とする請求項6～10のいずれかの重畳型ホログラム。

【請求項12】第2のホログラムの組は、第1のホログラムの組とほぼ等しいf値を有することを特徴とする請求項6～11のいずれかの重畳型ホログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、複数のホログラムを重ねた重畳型ホログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】近年のホログラム材料やレーザ技術の進展により、ホログラムを用いた製品が数多く提案されている。例えば、バーコードリーダー用のレーザスキャナやコンパクトディスクや光磁気ディスクなどのレーザ光を用いた情報記録媒体の、記録や読み取りに用いるビクアップ用回折格子、また情報を含む光を回折し観察者に情報を表示するホログラフィック表示装置などにおいて、ホログラムを光学素子として用いることが提案されている。また、1Dカードやクレジットカードの偽造防止用マークや、装飾用ホログラム、ホログラムカレンダーなどではイメージを記録したホログラムが用いられている。

【0003】しかし、ホログラム材料が進歩したとはいえ、未だ充分な特性があるとはいえない。例えば回折効率について考えると、充分な回折効率を得られないために、情報読み取りのS/N比が不十分であったり表示像が暗く見にくいなどの問題があった。また、例えば物体のフルカラーのイメージを記録したり、多色のホログラフィック表示像を得ようとする場合にも、単一のホログラム材料では広い波長域に感度がなく露光できなかったり、露光できたとしても各色について充分な回折効率が得られなかった。

【0004】体積位相型ホログラムの回折効率は、ホログラム材料の屈折率変調値 Δn とホログラム層の厚さ t の積 $\Delta n \cdot t$ により定まる。そこで、従来は高い回折効率を得るために、材料の Δn を大きくしたり、厚さを増加させていた。しかし、 Δn の増加には基本的なホログラム材料の開発が必要であり、容易ではない。また、厚さを増やすことも透過率が減少するため、露光に用いるレーザ光が減衰し十分に露光できないため、期待ほどに回折効率が向上しないのが現状であった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】そこで、ホログラムの種々の特性を改善するため、単一のホログラムではなく

複数のホログラムを重ねることが考えられる。しかし、図6に示す従来の方法により単純にホログラムを重ねると、ホログラムの特性が変化してしまうという問題があった。

【0006】例えば、最近性能が向上して実用化に近づいてきたフォトポリマー材料の場合、材料中に光重合性のモノマーのように拡散しやすい成分物質を含んでいる。そのため、単純にホログラムを重ねると、成分物質が相互拡散し、ホログラムの回折格子が膨潤するなどして回折波長や回折角が設定の値からずれるという問題があった。

【0007】また、例えば複数のホログラムを重ねる場合、各々のホログラムの熱膨張係数が異なると、ホログラム作製に伴う熱処理の過程で隣接するホログラムの界面に応力が発生し、ホログラム内部の回折格子が変形し、やはり回折角や回折波長が変化してしまうという問題があった。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、前述の問題を解決すべくなされたものであり、複数のホログラムが、各々のホログラムの間にホログラムの成分物質の拡散を防止する保護層を介して重畳されてなる重畳型ホログラムを提供する。

【0009】

【実施例】以下、図面に基づいて本発明における実施例を説明する。図1は、本発明の重畳型ホログラムの一例を示す概略断面図である。1～3は重畳されるべきホログラムであり、11、12は保護層である。すなわち、この重畳型ホログラムは、ホログラム1/保護層11/ホログラム2/保護層12/ホログラム3の順に重畳されてなる。

【0010】図示は省略したが、ホログラム1の保護層11と反対側の面は透明基板に保持されていてもよく、ホログラム3の保護層12と反対側の面も透明基板に保持されていてもよく、さらにはホログラム2の少なくとも一側面も透明基板に保持されていてもよい。この場合、ホログラムを保護層を介して重畳する際の作業が容易になる。

【0011】この保護層11は、ホログラム1の成分物質やホログラム2の成分物質が、相手方に拡散することを防止する。また、保護層12は、ホログラム2の成分物質やホログラム3の成分物質が、相手方に拡散することを防止する。

【0012】本実施例で用いた各ホログラムは、色素レーザーによって露光したものである。レーザー光はビームスプリッターで2つに分けた後、コリメートレンズにより各々平行光とし、2つの光のホログラム感光材料に対する入射角をそれぞれ40°と60°として、ホログラム感光材料に入射させる。そして、各々のホログラム感光材料に入射させるレーザー光の波長を変え、ホログラム1は

535nm、ホログラム2は550nm、ホログラム3は565nmの光を回折するように別々に露光した。各々の回折効率約60%である。

【0013】各ホログラムは露光後、両面に接着剤が塗布されたフィルム状のポリビニルアルコール(PVA)からなる保護層11、12を介して重畳されている。本実施例における、重畳型ホログラムは、各々のホログラムが露光された後に重畳されているが、露光前にあらかじめ重畳しておいたホログラム感光材料に露光することもできる。その場合、各感光材料の波長感度をずらしておき、一つのレーザー波長に対しては主に一つのホログラム感光材料が選択的に露光されるようにすることが望ましい。

【0014】図2の20に、本実施例の重畳型ホログラムの回折スペクトルを示す。一方、図2に点線で示すのが重畳した各ホログラム単独の場合の回折スペクトルであり、21はホログラム1、22はホログラム2、23はホログラム3の回折スペクトルである。

【0015】重畳型ホログラムの回折スペクトル20は、各ホログラムの回折スペクトル21から23を重ねたものとほぼ一致しており、保護層11、12を各々のホログラムの間に介在させたことにより、各ホログラムの特性が変化していないことがわかる。また、単独のホログラムの回折スペクトルの半値幅はそれぞれ約15nmであったが、重畳することにより全体として約50nmの半値幅をもつ重畳型ホログラムが得られた。

【0016】本実施例ではホログラム材料として横100mm×縦100mmの大きさで、厚さが20μmのアクリル系フォトポリマーよりなる感光材料を用い、体積位相型の反射型ホログラムを作製した。ただし、本発明は上記サイズや材料に限定されない。

【0017】本実施例では、上記の回折角、回折波長、回折効率、半値幅の3枚のホログラムを重ねた例を示したが、本発明は上記回折角、回折波長、回折効率、半値幅に限定されず、その枚数も3枚に限定されない。

【0018】図3に第2の実施例を示す。重畳型ホログラムの構造は第1の実施例で説明したものと同様である。ただし、各ホログラムの特性は異なる。ホログラム1は入射角45°の入射光35を回折角55°±5°に31のように回折する。ホログラム2は回折角45°±5°に32のように、ホログラム3は回折角35°±5°に33のように回折する。回折波長はすべて545nmである。

【0019】単一のホログラムでは10°程度の広がりであった回折光を、本発明の重畳型ホログラムを用いることによりこのように30°以上の広がりになしえた。単一のホログラムでも、回折効率の低下を容認すれば30°以上の広がり得られる。しかし、本発明によれば高い回折効率と広い広がり角が両立する。

【0020】またこの実施例では、各ホログラムの回折

波長を同一としたが、それぞれRGBの各色に対応する波長を回折するようにすれば、入射する白色光35をRGB3色に分離できるし、また逆側(図の31、32、33側)から3色の別々の光を入射し、一つの光35にまとめることもできる。

【0021】本発明による重畳型ホログラムを用いれば、複数のホログラムを重ねた場合も、各々のホログラムの間に保護層を備えるため、ホログラムの成分物質相互拡散や熱膨張係数の差によるホログラムの変形を有効に防げる。また、本発明の保護層として、隣接するホ

ログラムに拡散移動するような成分物質、例えば可塑剤のような成分物質を含まない材料を用いることによって、ホログラムの特性の変化を防げる。

【0022】本発明における保護層には、所定の光学特性・物理特性・化学特性等の種々の機能を付与できる。その機能としては、次のようなものが例示される。

【0023】隣接する各ホログラムの屈折率の間の値、特に両者の平均値の屈折率を有する保護層を用いた場合、ホログラムに入射した光のホログラム/保護層界面での反射は最低限に抑えうる。そのため、重畳型ホログラムを光学素子として用いる場合も、入射した光がホログラム/保護層界面で反射してハレーションのような不要な反射光を発生させる心配はほとんどない。また、ホログラム感光材料を積層してから多重露光をする場合においても、露光用のレーザ光が界面で反射して不要なノイズホログラムが露光されてしまうことも防げる。

【0024】保護層が複屈折性を持たないものである場合、入射した光の偏光状態は保護層によって何ら影響されず、ホログラムによって所望の条件で回折されうる。

【0025】逆に、保護層に複屈折率性を持たせることもできる。このように保護層に複屈折率性を持たせることによって、保護層を通過した光の偏光状態の変化の制御が可能となる。例えば、複屈折性の程度がホログラムの回折波長において回折波長のほぼ4分の1に相当する位相差を生じさせる程度である場合、入射した光が直線偏光であれば保護層の通過後に円偏光に変化する。入射した光が円偏光であれば保護層の通過後に直線偏光に変化する。

【0026】また例えば、複屈折性の程度がホログラムの回折波長において回折波長のほぼ2分の1に相当する位相差を生じさせる程度である場合、入射した光が直線偏光であれば保護層の通過後に入射光の偏光方向と直交する直線偏光に変化する。例えばs偏光がp偏光に変化する。また、入射した光が円偏光であれば保護層の通過後にやはり円偏光に変化する。

【0027】ほかに、複屈折性の程度がホログラムの回折波長においてほぼ回折波長に相当する位相差を生じさせる程度である場合、入射した光の偏光状態は保護層を通過した後も同じになる。このように、本発明による重畳型ホログラムを用いれば入射した光の偏光状態を制御

できる。

【0028】この現象を利用すれば次のような利点がある。ホログラムは入射する光の偏光により回折効率が異なる場合がある。例えば、s偏光に対しては90%以上の高い回折効率であってもp偏光に対しては数%未満という場合もありうる。このようなホログラムにランダム偏光の光が入射した場合、s偏光成分はほとんど回折されるが残り半分を占めるp偏光成分はほとんど回折されないということもありうる。

10 【0029】ところが、保護層に複屈折性を持たせることによって第1のホログラムによって回折されなかったp偏光成分をs偏光成分に変えることができ、第2のホログラムによって効率良く回折させることができ、トータルの回折効率を大幅に向上させうる。また、これを逆に応用し、重畳型ホログラムのうち特定のホログラムでは回折されないようにすることもできる。

【0030】保護層には偏光特性を付与することもできる。したがって、ランダムな光が重畳型ホログラムに入射した場合でも、回折光の偏光を特定の偏光にすることができる。したがって、特定の偏光を利用する光学装置(液晶ディスプレイなど)に本発明による重畳型ホログラムを併用すれば、従来用いていた偏光板が不要となる。

【0031】保護層を耐熱性のものとすることによって、重畳型ホログラムを熱処理する必要がある場合にも問題なく実行できる。例えば、一部のフォトポリマーホログラム材料はレーザ露光後、熱処理により屈折率変調 Δn を増大させて回折効率を向上させうる。このような場合、保護層が耐熱性であることは好ましい。

30 【0032】また、重畳型ホログラムを合わせガラス内に封入するような場合、オートクレーブにより130~140℃の熱処理を受ける。この場合もまた、耐熱性であることが好ましい。また、重畳型ホログラムの使用条件によっては、発熱する光源の近くで用いたり熱のこもる閉鎖された環境で用いられる場合もある。このような場合も本発明の耐熱性を有する保護層を用いればよい。

【0033】保護層として、凹凸やピンホールがなく平坦なものを用いることによって、保護層の凹凸が隣接するホログラムに転写されたり、ホログラムの回折格子を変形させてその特性を変化させることが防げる。隣接するホログラムから成分物質がピンホールを通して拡散移動して、部分的にホログラムの特性が変化することも防げる。

【0034】保護層として、透明性を有しそのヘイズ(曇り)が1.0%以下のものを用いることは好ましい。入射した光が減衰して重畳型ホログラム全体の光利用率が低下したり、ヘイズが小さいため入射した光が散乱してハレーションやハロー、像のボケなどの発生を有効に抑制できるからである。

50 【0035】保護層として、特定の波長域の光を選択的

に透過したり、吸収したり、反射するものを採用できる。ホログラムは特定の波長域の光のみを回折する性質がある。したがって、それ以外の波長域の光は回折されず透過する。この透過光が不要な散乱光やノイズ光となる場合もあるので、上記の保護層を用いてホログラムに回折される波長域以外の光をあらかじめ吸収または反射することは有効である。

【0036】また、有機物からなるホログラム材料の場合には紫外線の照射により黄変したり分解したりする恐れがある。また、赤外線照射により温度が上昇しホログラムが膨張しその特性が変化する恐れもある。そこで、本発明における保護層として、例えば紫外線や赤外線を吸収したり反射する機能を有する保護層を用いることによって、ホログラムの特性変化を防げる。

【0037】ホログラムと保護層とは、例えば保護層自身を隣接するホログラムに対し接着性もしくは粘着性（以下単に接着性とする）を有するものとするか、または保護層に接着性を付与する接着剤を備えることによって十分な強度で接着できる。

【0038】保護層をホログラム間に介在させる手段としては種々の手段があり、例えば保護層としてフィルム状のものをを用いることが挙げられる。この場合、フィルム状の保護層はホログラムの一方の面に積層され、次いでその上に次のホログラムが積層されることによって、重畳型ホログラムが得られる。他に、あらかじめ一方の面にフィルム状の保護層を有しているホログラムどうしを、保護層を有する面と保護層を有しない面とを接合させることによって、重畳型ホログラムが得られる。また、あらかじめホログラムの両面にフィルム状の保護層を備えることもでき、この場合は、保護層どうしが接合される。

【0039】なお、これらの場合には、後述のようにホログラムが露光前の感光材料として保護層を有するものも含むものとする。

【0040】また、ホログラムの一方の面に保護層をコーティングすることもできる。この場合、ホログラムにおけるコーティングされた保護層を有する面と保護層を有しない面とを接合することによって、重畳型ホログラムが得られる。他に、ホログラムの両面に保護層がコーティングされたものも使用でき、この場合は、保護層どうしが接合される。なお、これらの場合には、後に述べるようにホログラムが露光前の感光材料として保護層を有するものも含むものとする。

【0041】ホログラムと保護層とは、接着剤を介して接合されたり、ホログラム自身と保護層自身とが接着性を有するものである等、種々の手段によって重畳されている。すなわち、上記の保護層としてフィルム状のものをを用いた場合、フィルム状の保護層自身とホログラム自身とが接着性を有する場合には、両者をそのまま接合することによって積層できる。また、上記の接着性がない

あるいは乏しい場合、さらには接着性がある場合でも、両者を接着剤を介して接合し、積層することもできる。

【0042】一方、保護層がホログラム面にコーティングされた場合には、このホログラムにおける保護層がコーティングされている面とコーティングされていない面とが接合される場合も同様であり、両者に接着性を有している場合にはそのまま接合すればよい。また、上記の接着性がないあるいは乏しい場合、さらには接着性がある場合でも、両者を接着剤を介して接合し、積層することもできる。このことはホログラムの両面に保護層がコーティングされた場合も同様である。

【0043】本発明における保護層は、その水分含有量を1%以下とするとよい。このように、保護層の水分含有量を少量とすることによって、水分に弱い重クロム酸ゼラチンのようなホログラム材料に対しても有効である。また、車両用安全ガラスでは中間膜としてポリビニルブチラル（PVB）フィルムを用いており、PVBに含有される水分量によりガラスの接着強度が変化するため、適正な水分量に制御することが要求される。そこで、上記の水分含有量の保護層を用いれば、車両用安全ガラスに封入して用いてもPVBの水分量に与える影響を小さくできる。

【0044】ホログラムの露光に際しては、露光前に感光材料を保護層を介して重畳した後に露光することにより、露光時あるいは後処理時における前述のようなホログラム間の相互作用による特性変化を防げる。また、露光済のホログラムを保護層を介して重畳することにより、後処理時だけでなく長期的な特性の変化も防げる。

【0045】複数のホログラムの再生波長や回折角は、各々の再生波長および回折角をほぼ同一とすることによって、重畳することにより回折効率を向上させうる。

【0046】また、複数のホログラムを各々の回折角がほぼ同一であって再生波長が異なるホログラムとして重畳することにより、第1の実施例にあるように再生波長帯域を向上させうる。

【0047】例えば、単一のホログラムではその回折スペクトルの波長半値幅は10~20nmが標準であり、複数のホログラムを重ねて本発明の重畳型ホログラムとすれば、半値幅を100nm以上に広げたり、場合によっては可視光域全体の光を回折することもできる。また、赤外域の光を回折して熱線反射性能を有する重畳型のホログラムとすることもでき、紫外域の光を回折して紫外線カット性能を付与することもできる。

【0048】逆に、複数のホログラムを各々の再生波長がほぼ同一であって回折角が異なるホログラムとして重畳することにより、第2の実施例にあるように回折角度帯域を向上させうる。

【0049】例えば、物体の像を記録したホログラムの場合単一のホログラムでは像の可視範囲は狭いが、各々のホログラムの回折角を加えることによって広い範囲か

ら観察可能な重畳型のホログラムが得られる。また、情報を含む光を観察者に向けて回折するホログラフィック表示装置では、通常の場合光は特定の方向にのみ回折されるため、一人の観察者のみが表示を観察できる。しかし、回折角が異なるホログラムを重ねる、本発明の重畳型ホログラムを用いれば、複数の観察者が同時に観察できホログラフィック表示装置が得られる。

【0050】さらに、複数のホログラムが各々の再生波長、回折角が異なるホログラムともなう。このような重畳型ホログラムに白色光を照射すると、様々な方向に様々な色（波長）の光が回折され、虹色に輝くような装飾的に非常に美しいホログラムが得られる。また、このような重畳型ホログラムを情報を含む光を観察者に向けて回折するホログラフィック表示装置に用いれば、情報の種類によって表示の色を変えたり、表示の方向を変えたりすることができる。例えば、通常情報を緑色で表示し、注意・警告表示を赤色で表示すれば、よりの確に情報を観察者に伝達できる。

【0051】また、複数のホログラムをそれぞれ倍率が異なるホログラムともなう。例えば、このような重畳型ホログラムを用いて物体の像を記録すれば、合わせ鏡のように距離と大きさが異なる像を重ねることができ、興味深い装飾用ホログラムを作製できる。また、このような重畳型ホログラムを情報を含む光を観察者に向けて回折するホログラフィック表示装置に用いた場合、倍率に応じて遠方に結像する表示虚像の距離が変わるため、例えば、車両に適用することによって一定の距離毎に像を表示する距離マーカーを、単一の光源だけで容易に作製できる。

【0052】複数のホログラムには、それぞれ光拡散機能を持たせうる。このような重畳型ホログラムを用いれば液晶表示素子のバックライトの導光板や投射型ディスプレイのスクリーンとなしうる。

【0053】さらに、これら複数のホログラムの各々の回折効率、再生波長、波長半値幅の組み合わせを最適化することにより、重畳型ホログラム全体の回折光の色調を希望の色調となしうる。

【0054】例えば、物体のフルカラーのイメージをホログラムに記録しようとする場合、その回折効率、再生波長、波長半値幅の組み合わせが不適切であると、実際の物体の色調とホログラムの色調とが異なってしまう。また、重畳型ホログラムをホログラフィック表示装置に用いる場合、その重畳型ホログラム自身の色調が問題になることがある。特に、乗り物用ヘッドアップディスプレイや店頭の広告・装飾用など建築物の目立つなどに用いる場合は、重畳型ホログラム自身が人の目にふれるため、その外観はできるだけ目立たない白色か刺激の少ない色調にすることが重要である。

【0055】そこで、上記のような重畳型ホログラムを用いて回折効率、再生波長、波長半値幅の組み合わせを

適正化することによって、ホログラムの外観を目立たない白色か刺激の少ない色調となしうる。

【0056】ホログラムを保持する透明基板は、各ホログラムそれぞれの少なくとも一方の面を保持するものでも、重畳されたホログラムの最外層の外側面のみを保持するものでもよい。例えばホログラム自身が重畳作業時のハンドリング性に乏しい場合には、各々のホログラムは透明基板に保持されていることは好ましい。ホログラムの露光時に感光材料を保持する基板がこの透明基板であってもよい。さらに、後述のホログラムを合わせガラスに封入する場合や、ガラス板に積層する場合には、このガラス板が透明基板としてホログラムを保持することもできる。

【0057】次に、本発明の重畳型ホログラムをホログラムコンバイナとして用いるホログラフィック表示装置に応用した第3の実施例を説明する。図5にホログラフィック表示装置の一例として、車両用ヘッドアップディスプレイ（以下HUDとする）の概念図を示す。

【0058】自動車内等の運転者への情報表示方法として、HUDが最近用いられるようになっている。これは、液晶表示装置等の情報投射手段から投射された光学的情報を、自動車の風防ガラス等に組み込まれたホログラムやハーフミラー等からなるコンバイナに映し、運転者が運転状態からほとんど視点を動かすことなく情報を読み取れるようにしたものである。

【0059】このHUDは、レンズ系44を介して透過型液晶表示素子45を通過した表示すべき情報を含む光43が、車体の風防ガラス47に備えられたホログラムコンバイナ42に照射され、回折されて運転者に観察位置41で視認されるものである。ホログラム42に倍率を持たせることもでき、速度表示48、警告表示49の表示像を遠方に結像させることもできる。必要に応じて透過型液晶表示素子45とコンバイナ42との間に収差補正用の別のホログラムやレンズ等を配してもよい。

【0060】ホログラム42は波長選択機能を持つので、希望する色の像が表示できる。その色は単一であることが多いが、本発明を用いれば、複数のホログラムを重ねることによって多色表示ができ、表示情報の量と質が向上する。本実施例では、緑色に対応する545nmと赤色に対応する640nmの光を観察者に向けて回折するホログラムを重ねて用い、速度表示8を緑色、警告表示9を赤色として表示した。その結果、運転者に対してよりの確な情報伝達が可能となった。

【0061】ホログラムは特定波長の光だけを回折するため、ホログラムを通して外界を眺めると、ホログラムの回折波長の光が回折され、透過色の色調はちょうど回折波長の補色になる。また、外部からホログラムコンバイナを見ると、回折色は純度の高い色であるためギラギラした色調であり、かつ見る方向により色が変わったりする。こうした問題を改善するには、少なくともRGB

1.1

の3原色に対応するホログラムを用いればよい。上記の場合には、青色に対応する470nmの波長の光を回折するホログラムを、もう一枚本発明の構成によって重畳すればよい。これらの波長は適宜最適化すればよく、本実施例の波長に限定されない。

【0062】発光表示光源からの表示すべき情報を含んだ光が、重畳型ホログラムよりなるコンバイナに入射角 θ_1 で入射し、重畳型ホログラムにより回折され出射角 θ_2 で出射し観察者に表示像として認識されるホログラフィック表示装置を考える。

【0063】このような重畳型ホログラムに発光表示光源の反対側から外部不要光が角度 θ_1 で入射すると、外部不要光は重畳型ホログラムを透過し重畳型ホログラムまたは重畳型ホログラムを保持する基板の界面で反射し再び重畳型ホログラムに入射する。このときの入射角はちょうど発光表示光源から θ_1 で入射させた場合の光の入射角に相当するため、外部不要光は重畳型ホログラムで回折され不要な回折像として観察者に観察される。このようなホログラフィック表示装置が乗り物用ヘッドアップディスプレイなどに用いられている場合は、街灯や太陽光(図5の50)などの外部光51が不要な回折像として、52のように運転者などの観察者に煩わしく観察されてしまうものであった。

【0064】そこで、第2のホログラムの組が第1のホログラムの組に対し発光表示光源の反対側に重畳されて、かつこの第2のホログラムの組が発光表示光源の反対側から入射する外部不要光が第1のホログラムの組に回折され、不要な回折像として観察者に観察されるのを防ぐように外部不要光を回折することによって、上記の観察者の煩わしさを低減できる。

【0065】具体的には、図4に示すように、ホログラムコンバイナは、2枚のガラス板(車外側ガラス61と車内側ガラス60)がPVBからなる中間膜62を介して重ねられた安全合わせガラス内に封入されており、車内側ガラス60と中間膜62との間に配されている。ホログラムコンバイナは重畳型ホログラムのうちの第1の組71からなる。

【0066】この第1の組71は上述したRGBに対応する3枚のホログラムが保護層を介して積層されたものであって、情報を含む光43を観察者方向に回折するために用いられる。保護層は第1の実施例と同様で接着剤付きのPVAである。第2のホログラムの組72は外部不要光51を回折し、観察者に不要回折像が見えないようにするものであり、第1の組71の回折波長に対応する波長の不要光を回折するものであり、やはり3枚のホログラムを重畳したものである。

【0067】こうして、重畳型ホログラムのうち第2のホログラムの組が、コンバイナとして用いる第1のホログラムの組に対し情報を含む光が入射する角度(上記例では θ_1)とほぼ等しい角度(θ_1)で入射した不要光

1.2

を回折するようにすれば、前述の不要回折像の発生を有効に抑制できる。

【0068】また、第2のホログラムの組が、第1のホログラムの組により回折される情報を含む光の波長と、ほぼ等しい波長の不要光を回折するようにすれば、前述の不要回折像の発生をさらに有効に抑制できる。

【0069】また、第2のホログラムの組が入射した不要光をある回折角 θ_3 で回折するにあたり、この角度 θ_3 が不適切であると、不要光の入射側界面などで再び反射して観察者に不要回折像として観察されてしまう場合がある。それを防ぐためには、回折角 θ_3 を重畳型ホログラムまたは重畳型ホログラムを保持する基板内、本実施例では合わせガラス内、で全反射するような角度にすればよい。そうすると、重畳型ホログラムまたはその基板内に回折光を閉じこめることができ、不要光が観察者に観察されるのを防げる。

【0070】また、コンバイナに用いる第1のホログラムの組が倍率を持っているような場合は、ホログラム内部の回折格子形状は複雑な3次元曲面形状となり、回折波長、回折角はホログラムの面内で均一ではない。ホログラムの面内全域で不要回折像の発生を防ぐには、第2のホログラムの組の回折格子形状の最適化が求められる。そのために有効な手段として、第2のホログラムの組のf値を、第1のホログラムの組のf値とほぼ等しくすればよい。f値がほぼ等しいホログラム内部の回折格子形状は類似するため、ホログラム面全域で不要回折像の発生を防げる。

【0071】第2のホログラムの組が回折した不要光が再び反射したり、回折したりして観察者に不要回折像として観察されるのを防ぐ、他の有効な手段を例示する。それは第2のホログラムの組が、入射した不要光を拡散するように回折することである。こうすれば、不要光は拡散され万一観察者の目に届いたとしてもぼんやりした弱い光でしかなく、もはや不要な回折像として認識するものではない。

【0072】上記のような第2のホログラムの組は、その入射角や回折波長、出射回折角、倍率、拡散機能を適宜組み合わせることによって、より効果的に不要回折像の発生を防げる。

【0073】本発明の重畳型ホログラムにおいて、必要に応じて重畳型ホログラムを一方または両方から保持する基板との間にも保護層を備えれば、基板側からの影響によりホログラムの特性の変化を防げる。例えばプラスチック基板などでは熱処理により揮発成分を放出するものがある。このような基板に重畳型ホログラムを保持する場合、その揮発成分に影響されホログラムの特性が変化してしまう場合がある。このような場合、本発明の重畳型ホログラムのようにホログラムを保持する基板との間にも保護層を有していれば、ホログラムの特性変化を有効に防げる。

1.3

【0074】さらに、本発明による重畳型ホログラムにおける保護層は重畳されるべきホログラム以上の面積を有し、全域にわたりホログラムを覆って保護できるので、相接するホログラムからだけでなく端面から横方向に拡散してくる物質に対しても保護できる。したがって、重畳型ホログラム全体を何らかの媒体（本実施例では合わせガラス）中に封入するような場合でも、ホログラムを有効に保護できる。

【0075】本発明の重畳型ホログラムは、その用途等に応じて上記のように種々のバリエーションが採用でき、重畳型ホログラムをHUDに用いる本実施例では、第1のホログラムの組と第2のホログラムの組との間にもやはり保護層を重畳し、全体として重畳型ホログラムとした。また、この重畳型ホログラム（71+72）と中間膜との間には中間膜62中に含まれる可塑剤の影響からホログラムを守るためのPVAよりなる保護層63が備えられている。

【0076】重畳型ホログラム（71+72）で用いた保護層はホログラムと同一面積・形状であったが、保護層63は重畳型ホログラム（71+72）以上の面積を有し、全域にわたりホログラムを覆って保護できるものであり、サイドから横方向に拡散してくる可塑剤に対しても保護できる。

【0077】本実施例では、第2のホログラムの組が第1のホログラムの組に対し発光表示光源の反対側に重畳されたものであるが、第2のホログラムの組は情報を含む光の入射角 θ_1 とほぼ同様の角度 θ_1 で入射する外光51を回折するものであり、その角度における回折波長は第1のホログラムの組の回折波長とほぼ同様とした。

【0078】第2のホログラムの組により回折される不要光53は、安全ガラス内部に閉じこめられるように全反射するような角度で回折されるものである。本実施例ではガラスの内部角で50°である。

【0079】不要光は単に反射的に回折されるだけでなく、拡散反射するように第2のホログラムに拡散タイプのホログラムを用いた。そのため安全ガラス内に閉じこめられた不要光53が、ホログラム72または71により再び回折され観察者方向に出射しても拡散してしまい、もはや不要回折像としては認識されなくできた。

【0080】第1のホログラムの組は約3.5倍の倍率を有し、その露光は入射光源側としては $\theta_1 = 40^\circ$ で距離350mmに置いたピンホールからの発散光、表示像側としては $\theta_2 = 60^\circ$ の平行光の2つを干渉させてホログラムを記録した。そのf値は $1/f = 1/350 - 1/\infty = 1/350$ であるから、 $f = 350$ mmである。露光用光源として用いたレーザは、赤用として波長647nmのKrレーザ、緑用として波長555nmの色素レーザ、青用として波長476nmのArレーザである。

【0081】第2のホログラムの組としては、外光入射

1.4

側は同じく $\theta_1 = 40^\circ$ で距離350mmに置いたピンホールからの発散光を用い、回折光53側は平行光を拡散板に通した光をプリズムを用いて内部角で平均50°となるようにして用い、2つの光を干渉させてホログラムを記録した。したがって、第2のホログラムの組は第1のホログラムの組とほぼ等しいf値を持つ。このようにして、第1と第2のホログラムの組のf値をほぼ等しくしたため、ホログラム内部の回折格子形状は類似しており、ホログラムコンバイナの面積内全域で不要回折像の発生を防止でき、観察者の視点を移動した場合にも防止効果が得られた。

【0082】本実施例では、第1及び第2のホログラムの組としてそれぞれ3枚のホログラムを重畳したものをを用いたが、本発明はこれに限定されず、4枚以上のホログラムを重畳してもよく、1枚のホログラムに3色のホログラムを多重露光した2枚のホログラムを保護層を介して重畳してもよい。

【0083】また、本実施例では、第2のホログラムの組が第1のホログラムの組に対し発光表示光源の反対側に重畳されたものであるが、第2のホログラムの組が第1のホログラムの組に対し発光表示光源と同じ側に重畳されていてもよい。この場合、発光表示光源側から入射する情報を含む光以外の不要光が第1のホログラムの組に回折され、不要な回折像として観察者に観察されるのを防ぐように入射する不要光を回折するようにすれば、発光表示光源側からの不要な回折像の発生を防げる。

【0084】本発明における保護層としては、透明な樹脂フィルムまたは樹脂コーティングが望ましい。例えば、ポリメチルメタクリレート（PMMA）やポリメタクリル酸イソブチルなどのアクリル樹脂、ジエチレングリコールビスアリルカーボネート（CR-39）、ポリカーボネート（PC）、ポリエチレンテレフタレート（PET）やポリブチレンテレフタレート（PBT）などのポリエステル樹脂、ポリビニルアルコール（PVA）、エチレン・ビニルアルコール共重合体（EVOH）、ポリエチレン（PE）、ポリ酢酸ビニル（PVAc）、ポリビニルブチラール（PVB）、ポリアリレート（PAR）、ポリエーテルサルホン（PES）、ポリ塩化ビニル（PVC）、トリアセチルセルロース（TAC）、アモルファスポリオレフィン、アモルファスフッ素樹脂、ポリウレタン、ノルボルネン系樹脂などが考えられるが、これらに限定されない。

【0085】また、樹脂材料だけでなくガラス薄板のような無機物、誘電体や金属の蒸着膜やスパッタ膜、CVD膜そのものが上記樹脂フィルムに製膜したようなものでもよい。

【0086】実際の使用においては、これらの材料から目的にあったものを選択すればよい。例えば、ホログラムの屈折率が1.5に近い場合には、保護層として上記PMMA、PVA、EVOH、TACなどが好ましく用

1.5

いられる。

【0087】また、例えば、保護層として複屈折性を有するものが必要な場合は、上記PCやPVAを適宜に延伸したフィルムが望ましく使用できる。また例えば、保護層に偏光特性を付与したい場合は、PVAに沃素を含有させ延伸した偏光フィルムなどが利用できる。特定の波長域の光を吸収する保護層を得たい場合は、上記樹脂フィルムに適当な色素や染料を含有させればよい。特定の波長域の光を透過または反射する保護層を得たい場合は、適当な樹脂フィルムやガラス薄板上に選択透過、反射膜を蒸着すればよい。

【0088】これらの保護層の好ましい厚さは1~200 μ m程度であり、より望ましくはホログラムの厚さと同程度であって100 μ m以下であるといよい。

【0089】なお、ホログラムは通常数10mm~数100mm角程度の面積で、数 μ m~数10 μ m程度の厚さである。このようなホログラムは、リップマントタイプ等の体積・位相型のホログラムが高い回折効率を得られる点で望ましいが、エンボスタイプ、レインボータイトタイプのホログラムと呼ばれるものも広く採用できる。また、ホログラム材料としては、ポリビニルカルバゾールやアクリル系などのフォトリソマー、重クロム酸ゼラチン、光レジスト、銀塩など種々の感光材料を使用できる。

【0090】本発明における発光表示光源は光を発して表示する機能を持つものであり、液晶表示素子等のいわゆる受光型表示素子からなる表示体に熱陰極管(HCT)、冷陰極管、蛍光表示管(VF)、ハロゲンランプ、LEDなどからなる光源から発した光を照射するものであるか、また、これらの機能を併せ持つものであってもよい。

【0091】本発明における重畳型ホログラムコンバイナをカラー表示に用いる場合、この液晶表示素子としては、カラーフィルタと透過型のツイストネマチック型液晶素子や、スーパーツイストネマチック型液晶表示素子等からなるカラー液晶表示素子等が好ましく使用でき、1つの光源から発せられた光を所望の色の光として照射できる。

【0092】このようにして複数の色の光は、同一の情報表示源から発することができ、これら複数の色の光が同時に表示される場合には表示像が重なって表示され、逆にこの表示像の重なりを防ぐためには、必要に応じてカラーフィルタと光源の組み合わせによって、あるいはカラー液晶表示素子の制御によって、複数の色の光が同時に照射されないようにしてもよい。

【0093】また、それとは別に、受光型表示素子を用いず、上記の光源自体をパターン化して配列し特定の情報を光として発生するものであってもよい。受光型表示素子に上記光源を併用したものの場合は、この受光型表示素子と光源との間にレンズ系や曲面反射鏡等の適当な

1.6

光平行化手段、導光板等の適当な導光手段を配置してもよい。さらに、ホログラムに光が投射されるまでの光径路内に、必要に応じて、光偏光手段、または、KNO₃等の非線形光学素子を配置してもよい。

【0094】ここで、本発明における表示すべき情報とは、その表示用途により適宜選択される。乗り物用表示装置の場合は、車両のスピード計、タコメータ、シフトレバー表示、さらには種々の警告ランプや、ナビゲーション情報、エアコン、オーディオ機器など付属機器の情報等が例として挙げられる。、道路情報、駐車場空き情報などの車両外からの情報を表示することもできる。航空機や船舶、列車などでは緯度、経度、高度、進行方向などの位置・方位情報や、気象情報、レーダの障害物情報、魚群探知機の情報など、乗り物の運行や業務に関わる様々な情報が考えられる。また、観察者とは主には車両等の乗り物の運転手であるが、助手席その他の同乗者や、これらすべての者を含めることができる。

【0095】また例えば、リヤガラスにホログラムを配し、運転者の制動動作に同期して光を発する発光表示手段からの光をホログラムによって後方車両の運転者等の観察者に向けて制動情報を回折するハイマウントストップランプにも、本発明を適用できる。また、建築物等の間仕切りや、店頭の窓ガラスに装飾効果を加えるホログラフィック表示装置にも、本発明を適用でき、その他ホログラムを用いた表示装置全般に広く応用できる。

【0096】

【発明の効果】本発明によれば、種々の用途によって適宜ホログラムが重畳される場合に、各々のホログラムの間にホログラムの成分物質の拡散を防止する保護層が介在されているため、ホログラムに形成される回折格子の勝潤を防げる。したがって、ホログラムの回折波長や回折角を所定のものからずれてしまうことを防げる。

【0097】こうして、複数のホログラムを重畳することによって得られる種々の機能を、ホログラムを劣化させずに発揮させることができ、ホログラムの特性を設定の通りに引き出すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の重畳型ホログラムの一例を示す概略断面図

【図2】本発明の重畳型ホログラムの一例を示す回折スベクトル図

【図3】本発明の重畳型ホログラムの第2の実施例を示す概念図

【図4】本発明の重畳型ホログラムを合わせガラスに封入した一例を示す要部断面図

【図5】本発明の重畳型ホログラムをコンバイナとして用いる自動車用HUDの概念図

【図6】従来の重畳型ホログラムを示す概念図

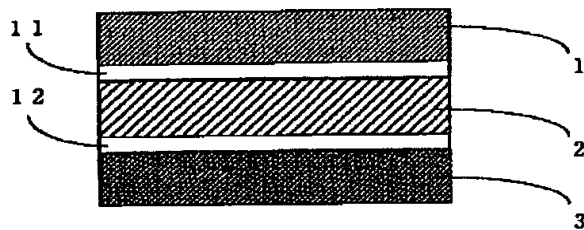
【符号の説明】

1：ホログラム

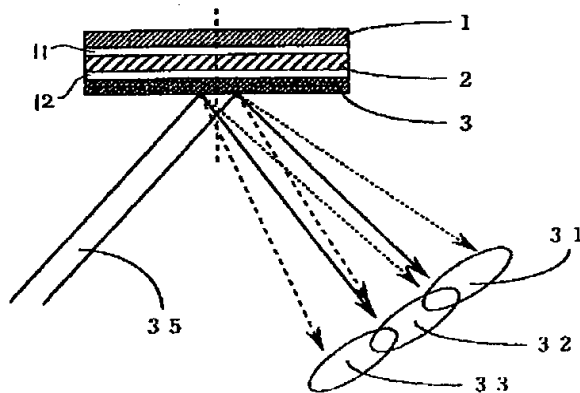
1.7

- 2 : ホログラム
 3 : ホログラム
 1.1 : 保護層
 1.2 : 保護層
 2.0 : 重畳型ホログラム全体の回折スペクトル
 2.1 : 重畳されるホログラム1の単独の場合の回折スペクトル
 2.2 : 重畳されるホログラム2の単独の場合の回折スペクトル
 2.3 : 重畳されるホログラム3の単独の場合の回折スペクトル
 3.1 : 重畳されるホログラム1によって回折された光
 3.2 : 重畳されるホログラム2によって回折された光
 3.3 : 重畳されるホログラム3によって回折された光
 3.5 : 入射光
 4.1 : 観察者
 4.2 : ホログラムコンバイナ
 4.3 : 情報を含む光線
 4.4 : レンズ系

【図1】



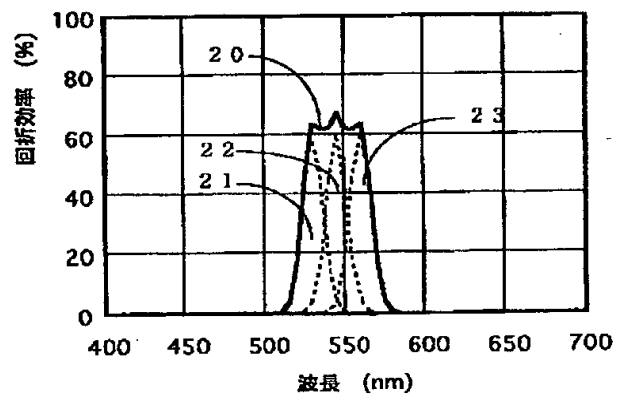
【図3】



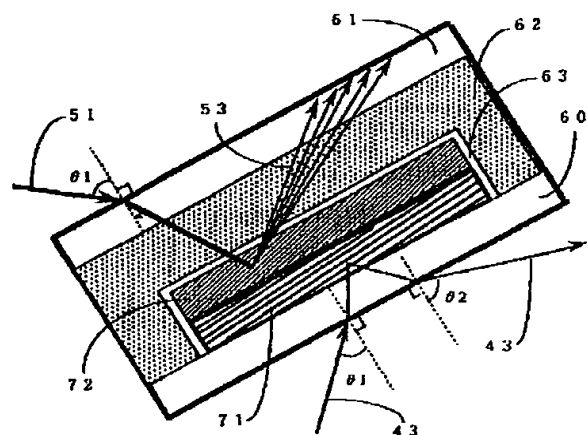
1.8

- 4.5 : 透過型液晶表示素子
 4.6 : 光源
 4.7 : 風防ガラス
 4.8 : 速度表示
 4.9 : 警告表示
 5.0 : 外部光源 (太陽)
 5.1 : 外部不要入射光
 5.2 : 外部不要回折光
 5.3 : 重畳型ホログラムの第2のホログラムの組7.2により回折された外部不要光
 6.0 : 車内側ガラス
 6.1 : 車外側ガラス
 6.2 : 中間膜
 6.3 : 保護層
 7.1 : コンバイナとして用いる重畳型ホログラムの第1のホログラムの組
 7.2 : 外部不要光を回折するための重畳型ホログラムの第2のホログラムの組

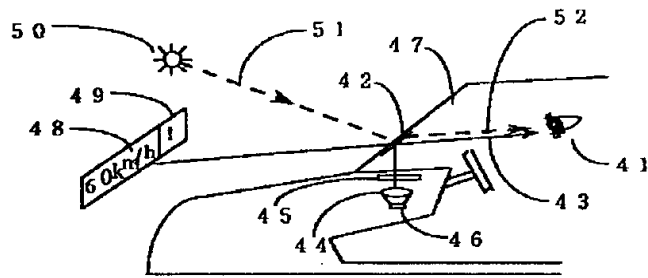
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

